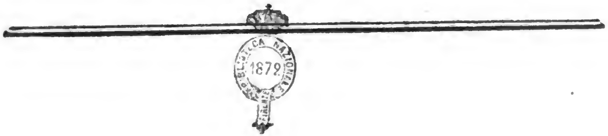
PARERE IDRAULICO

Leonardo Ximenes



PARERE IDRAULICO



Risposta al parere del Sig. Francesco Bombicci Ingegnere dell'Ufizio de Fossi di Pisa intorno a pretesi vantaggi del Ponte nuovo per la Fattoria d' Agnano.





NA nuova difesa è stata presentata nell'antica causa, che attualmente verte tra la Serenis Duchessa di Massa, e l' Ufizio de Fossi di Pisa per conto dell' imposizione, che vorrebbe addossarsi alla Fattoria d' Agnano per la fabbrica del nuovo Ponte di mezzo, che fu compito in Pisa l' anno 1660., come ce ne avvisa l' iscrizione del medesimo Ponte. E tal nuova difesa tanto più dee farci maraviglia, quanto che essa non venne in capo ad alcun Perito nel primo giudizio del 1651. fatto da cinque Giudici delegati, e nemmeno nel secondo del 1655. formato da altri tre Giudici, e ciò che più deve sorprendere, questo nuovo ritrovato non sovvenne neppure al Mattematico Vincenzio Viviani nel 1657., nel quale egli esaminò le vertenze tra la Casa Serenis. di Massa, e l' Ufizio de Fossi di Pisa. Erano allora sotto gli occhj di tutti i disegnj del nuovo Ponte, che andava preparandosi. Erano pure a tutti note le dimensioni del vecchio, che rovinò l' anno 1635., eppure niuno di tanti uomini illustri si avvisò di rilevare i gran vantaggi del nuovo disegno per la parte idraulica, come ultimamente l' ha rilevato il Sig. Francesco Bombicci Ingegnere di Pisa, il quale avendo digerito il suo parere per ordine espresso del Sig. Provveditore di quell' Ufizio, ci ha rappresentato in detto parere, *che essendosi colla costruzione del nuovo Ponte formata al fiume Arno una sezione notabilmente maggiore di quella, che aveva nel vecchio Ponte, si è resa assai migliore la condizione del tronco superiore del medesimo fiume.*

Le piene successive (egli dice) *hanno dovuto per l' ostacolo del nuovo Ponte alzarsi assai meno di quello, che si sarebbono alzate per l' ostacolo del vecchio. Minore è dovuto essere l' impegno, e la spesa per il mantenimento delle superiori arginature nelle proporzionate loro respettive altezze, e grossezze, ed in conseguenza minore la spesa, che ciascheduno de particolari contribuenti, (e tra questi la*

Tenuta d' Agnano) ha dovuto in progresso soffrire rapporto a quella che avrebbono sofferta, se al fiume non fosse stata data col nuovo Ponte una maggior sezione di quella, che prima aveva.

Su tali proposizioni aggirasi il nuovo ritrovato del Sig. Ingegnere Bombicci, che è stato approvato, e confermato dal Sig. Dottor Pietro Feroni, e dal Sig. Giuseppe Salvetti. Mà siccome nell'Arte idraulica le proposizioni generali, e vaghe, senza alcuno appoggio di prove, e di dimostrazioni a nulla servono, per muovere gli animi degl' Illustriss. Giudici delegati nuovamente per questa causa, così a me incomberà il peso di rilevare, che niuna di queste proposizioni è stata provata colle opportune dimostrazioni idrauliche, e che in conseguenza tanto vale questo parere, quanto un asserzione arbitraria, avanzata per comodo della causa, e per prestare una rispettosa ubbidienza agli ordini dal medesimo ricevuti.

M' ingegnerò dunque di provare in primo luogo, che l' asserta maggiore sezione non è tanto chiara, e tanto certa, quanto si dice.

In secondo luogo, che il notabile sbassamento del fiume non sussiste in verun conto, benchè per falsa ipotesi si ammetta la dilatata sezione, tal quale vorrebbe l' Avversario.

E finalmente, che dato ancora uno sbassamento del fiume maggiore del vero, molto meno sussiste, che un tal effetto dal nuovo Ponte di Pisa possa mai giugnere alle arginature, che difendono la Fattoria d' Agnano.

NUM. I.

LA prima congettura per la maggior sezione del nuovo Ponte deducesi, secondo il Perito, dall' esser questo stato rifabbricato verso il 1618. coll' architettura, ed assistenza di Francesco Nave Romano, quando il vecchio Ponte rovinato era stato fabbricato nel 1381., e così per l' antichità maggiore questo doveva esser più basso del nuovo. Ma siccome de' Ponti antichi ne abbiamo moltissimi fabbricati con elevazione eccessiva, che era appunto il vizio degli antichi Ingegneri, resterà sempre in dubbio a qual classe debba riportarsi l' antico Ponte di Pisa, e qual fosse il rigoglio destinato al medesimo dall' antico Architetto. Per tralasciare altri documenti saranno noti a tutti i due Ponti del Serchio, il primo detto Ponte a Moriano, ed il secondo Ponte della Maddalena, i quali benchè antichissimi, pure si sollevano stranamente sopra l' alveo presente del fiume, benchè rialzato forse più che non è il letto d' Arno alla Città di Pisa. Che se la bassezza dell' antico Ponte Pisano avesse fatto tant' ostacolo, quanto vorrebbesi, alle piene del fiume, l' architetto Nave, che ci ha avvertito de' nuovi vantaggj

del

del suo Ponte, non avrebbe mai tralasciato il supposto benefizio dell' elevazion maggiore, per dar più pronto sfogo alle piene, che era cosa troppo vantaggiosa alla stessa Città di Pisa.

Se adunque il Sig. Ingegnere non ci presenta la prova de due disegni del Ponte antico, e moderno, questa prima sua congettura sembra molto fallace, anzi par che sia falsa per il silenzio dello stesso Architetto, che doveva piuttosto magnificare, che tacere i vantaggi dell' opera sua.

Nè pochi periodi del mio primo parere io non trovo alcun verso, nel quale si asserischano le quattro pile, che di suo proprio cervello, mi ha fatto l' onore di farmi avanzare l' autore di questa nuova difesa, giacchè in detto parere chiaramente si dice come siegue. *Che ora non vede, che le due grosse pile del Ponte di Pisa, e le due mezze pile laterali, che fiancheggiano i due archi, altro non sono ec.* Vi è un bel divario tra le pile, e le mezze pile, e non mi pare, che sia la stessa cosa l' unità, e la metà di essa per poterla così facilmente confondere. Quando poi fassi menzione delle mezze pile, si sa, che esse alcune volte fanno di se mostra per regolamento dell' architettura, e per ribattere l' interna fiancata della pila intera. Ma di qualunque oggetto siano dette mezze pile, e quando ancor esse non vi siano, i due piloni di mezzo son tanto grossi, che presentano al Fiume quel notabile ostacolo, del quale ho ragionato nel primo mio parere, il quale è assai più palpabile, ed innegabile, che non sono gli ostacoli del vecchio Ponte, nuovamente inventati.

Il primo recapito esibito dall' Ingegnere sotto la lettera A consiste in una lettera scritta da Pisa sotto il dì 7 Novembre 1659. da' Sigg. Deputati della fabbrica del Ponte, nella quale domandano che sia demolita una parte di Bottega di Cesare Guidi, e di un Botteghino della Comunità di Pisa, che sporgevano sopra il Fiume Arno, e di tali Botteghe si riconoscono le vestigia, come dice il Sig. Ingegnere in alcuni archetti, i quali rispetto all' Arno sono assai bassi. Ma chi vuole indovinare, se tali avanzi d' archetti non fossero più antichi di quelli, sopra cui posava il Botteghino? Chi può assicurarci, che il Botteghino, e la mezza Bottega non siano incorporati nella fiancata del Ponte nuovo? E finalmente mancano forse nel Lungarno di Firenze degli archi antichissimi, collocati assai presso del Fiume, i quali però sostengono delle Botteghe, e delle Case di altezza uguale o superiore alle piene del Fiume?

Le anzidette congetture sembrano ancor deboli allo stesso autore delle medesime, il quale finalmente si fonda sopra un altro documento, che secondo lui *toglie ogni disputa*. E tal documento è apportato sotto la lettera B, nella quale l' Architetto Nave chiara-

ramente dice *di aver accreſciuta la ſezion del Fiume brac 7. $\frac{1}{3}$ di più di quello era il vecchio.* Mi occorre però di ſuggerire, che ſu queſto chiariſſimo documento vi è dell'oſcurità, non ſapendo noi, ſe l' Architetto Nave abbia accreſciute le groſſezze delle pile per renderle più proporzionate alla maggior ſezione del Fiume, come deve fare ogni buono Architetto. Infatti i due piloni intermedj ſono di groſſezza piuttoſto eccesſiva, e pare che in detta groſſezza ſi verifichi quella tanto maggiore ſtabilità del Ponte rammentata dal Nave, e dall'iſcrizione medeſima, nella quale la mole di detto Ponte diceſi *pulchrior*, *&* *firmior*. Tornerò dunque a ripetere, che potendoſi colla maggior groſſezza delle pile reſtare occupato ſe non intutto, almeno in gran parte l'acquiſto delle brac. 7. $\frac{1}{3}$, ſenza la prova de' diſegni ſi accorderà, che il fiume aveſſe una ſezione maggiore di brac. 7. $\frac{1}{3}$. Ma non ſi accorderà, che tale ampiezza convenga alle tre luci del Ponte.

La ſezione di un Ponte dipende dalla groſſezza delle ſue pile, dall' ampiezza delle ſue luci, dal ſeſto, e rigoglio de' ſuoi archi, e finalmente dipende molto dal fondo del Fiume ſotto alle luci. Niuna di queſte quattro dimenſioni ci vien dimoſtrata, e lo ſcalzamento fatto delle antiche pile, come aſſeriſce il Baldinucci, ci dà piuttoſto un idea di un fondo antico maggiore. Come adunque poſſiamo noi aſſicurare, che la ſezione dell'antico Ponte, o ſia delle ſue tre luci, foſſe notabilmente minore, che non è quella del nuovo Ponte Piſano? Per qual ragione potremo noi accordare all'Ingegnere, che la preſente ſezione ſia maggiore di una parte quindiceſima riſpetto a quella del Ponte rovinato?

Prima di oltrepaſſare al ſecondo articolo non poſſo diſſimulare l'artifizio del detto Ingegnere, che avendo rilevato dalle parole dell' Architetto Nave la dilatazione del quindiceſimo, ha poi taciuto l' allargamento del Ponte, e per conſeguenza la lunghezza maggiore delle pile di brac. 1. ſopra le brac. 11. del Ponte rovinato. Così le pile, per cui paſſa violentemente la piena, ſono almeno una parte undiceſima di più, che non erano nell'antico Ponte. Una tal circoſtanza non è niente indifferente al noſtro intendimento, giacchè pigliando ſotto i Ponti una gran declività la ſuperficie della piena, eſſa produce una caduta tanto maggiore quanto maggiore è la lunghezza delle dette pile, le quali, ſe s' immaginaſſero continuate all'ingiù molto più, che non è neceſſario, il ſuo declive cagionerebbe alla piena ſuperiore un rigonfiamento proporzionato alla maggiore, e più lunga reſiſtenza. E perciò nel caſo noſtro un tal rigonfiamento ſarebbe maggiore di una parte undecima, che non era nel vecchio Ponte per la maggior lunghezza dell' oſtacolo.

Se adunque vuol farsi capitale della parte quindicesima della dilatazione dell' alveo, non potremo tacere la parte undecima dell' allungamento dell' ostacolo, giacchè, se la prima misura tende allo sbassamento delle sezioni superiori del Fiume, la seconda nella sua classe tende al loro rigonfiamento. E per giudicare di due effetti contrarj, sarebbe stato ben fatto paragonargli insieme per rilevare, se il primo prevalga al secondo. Mi gioverà di aver soltanto accennata questa dissimulazione, o dimenticanza del Perito Pisano.

NUM. II.

LA causa presente però è tanto sicura in favore della Serenissima Duchessa di Massa, che quantunque l' Ingegnere Pisano nulla abbia potuto provare concludentemente, nondimeno tutto accordando al medesimo per una semplice ipotesi, nulla affatto ne risulta a suo vantaggio.

Suppongasi adunque, che realmente sia stata dilatata la sezione del Ponte nuovo della parte quindicesima del vecchio, e vediamo quali son le conseguenze, non già arbitrarie, ma dimostrative, le quali possono appoggiarsi ai più certi problemi dell' Idraulica, i quali se il Perito avesse sciolti secondo le buone regole dell' arte, non sarebbe caduto in quelle false conseguenze, che egli fa discendere da quel quindicesimo.

Non è questo il luogo, nel quale io possa abusarmi della tolleranza de' Signori Giudici, mettendo ad essi sotto degli occhi i problemi analitici, ed idraulici, che sono indispensabili al vero discioglimento di questi nodi, giacchè spero, che a' medesimi servirà d' intendere solo gli elementi ed i risultati di questo calcolo. Pertanto ho supposto coll' Ingegnere di Pisa, che la nuova sezione del Fiume, o del Ponte sia stata dilatata del quindicesimo.

Ho considerata una piena nel Fiume Arno, che sopra le acque magre si alzi piedi 12. Parigini, che sono prossimamente brac. sette Fiorentine.

La velocità di tal piena l' ho adoperata di piedi 7.$\frac{1}{2}$ per ogni secondo.

Per la scala delle velocità mi son prevalso di quella detta comunemente del Guglielmini, che è generalmente accettata, e adoperata dagl' Idrometri nelle questioni sulle altezze, e portate de' fiumi.

Con tali elementi ho proceduto alla soluzione del presente ploblema, cercando in esso qual sia la maggiore altezza del fiume sopra l' ostacolo del vecchio Ponte, ed in conseguenza, qual sia lo sbassamento nel minore ostacolo del nuovo, ed ho ritrovato dopo lunga serie di calcoli, che tale sbassamento è alquanto minore della parte decima di un piede, la qual parte decima riducasi a sole line 14.$\frac{2}{5}$

 o più

o più giustamente 14. $\frac{4}{18}$ dello stesso piede. Riportando poi tal misura di linee alle nostre misure Fiorentine, essa prossimamente si accosta a soldo uno danari due, o per dir meglio a danari 14.

Questo è quel gran ritrovato, che veramente non val più di 14. danari, ed a questo sottilissimo filo pretende l'Avversario di appoggiare l'interesse dell'Ufizio de' Fossi di Pisa, aggravando la Serenissima Duchessa di Massa di una imposizione intollerabile. Ed avvertasi, che questi 14. danari di fluido sono stati calcolati secondo quella ipotesi, che voleva l'Avversario, cioè della sezione dilatata del quindicesimo.

Io son sicuro, che lo stesso Perito per la sua abilità, e per il profitto fatto sotto di me, non solamente nelle istituzioni geometriche, ed analitiche, ma ancora ne' trattati, che egli ha avuti sulle leggi della gravità, ed altre teorie meccaniche, dalle quali dipende questo problema, sciogliendolo egli da se, si accorderà meco nel presente risultato, che non è niente arbitrario, ma che dipende dalle leggi più sicure dell'idraulica. Ma per accennargli una traccia del problema, gli dirò, che esso è di terzo grado, e che si risolve al solito co' segmenti parabolici, che rappresentino la quantità del moto del fiume colle velocità espresse al solito delle semiordinate di quella curva.

Che se poi lo stesso problema volesse risolversi introducendovi l'ipotesi delle velocità degli strati del fluido diminuite per ragione delle resistenze, come da me è stato dimostrato in un mio Opuscolo pubblicato negli atti dell' Accademia di Siena l'anno 1769., allora la diminuzione della piena sarebbe notabilmente minore di denari 14. Ma mi si permetterà, che trattandosi di così piccole minuzie sempre disprezzabili, io mi attenga alla soluzione più vantaggiosa all' Avversario.

NUM. III.

IL calcolo già accennato de' denari 14. deve riferirsi alla sezione del fiume Arno, che resta immediatamente superiore al Ponte nuovo di Pisa, ma essendo la Fattoria d'Agnano lontana da detto Ponte miglia quattro, pertiche 573. in rapporto all' argine di Mezzana, che resta in faccia alla Fattoria, dal primo problema convien procedere al secondo, rintracciando con esso, se lo sbassamento di danari 14. della piena sopra il Ponte di Pisa possa mai propagarsi, benchè tenuissimo, fino a quel remoto punto del fiume.

Veramente io potrei risparmiarmi questa nuova ricerca, giacchè quella minuzia de' 14. denari è così disprezzabile, che quando ancora essa si propagasse fino all' argine d'Agnano, non vi sarebbe mai persona

sona discreta, che volesse far capitale di tale impercettibile sbassamento. Servirà nondimeno la presente nuova ricerca per convincere gl' Illustriss. Signori Giudici del sottilissimo scrupolo, col quale ho trattata la materia presente, non già per un idea di difesa; ma perchè credo per la verità essere affatto ideali i moderni ritrovati.

Posto per tanto lo sbassamento della piena d' Arno di denari 14. sopra il ponte di Pisa, e supponendo che nelle miglia 5. all'incirca la pendenza d' Arno ragguagliata sia a ragione di un mezzo braccio per miglio, (che certamente è minore della vera) ne verrà in conseguenza, che un tale sbassamento non potrà propagarsi nelle parti superiori del fiume se non per braccia 660., e ciò con un problema da me sciolto in un Opuscolo idraulico, che sarà pubblicato dall' Accademia di Siena nell' anno corrente.

Ma, quando mai per un effetto di liberalità, voglia estendersi una tal propagazione quattro volte di più, che non risulta dallo scioglimento di questo problema, ciò non ostante l' effetto de' denari 14. ridurrebbesi a nulla alla distanza minore di un miglio, mentre la Fattoria d' Agnano è lontana presso che miglia cinque.

Lascerò ora considerare, e giudicare agl' Illustriss. Signori Giudici deputati, se in alcun modo sussistano i vantaggj magnificati nel parere dell' Ingegnere Pisano, e dei Professori, che l' hanno confermato cioè.

Che si è resa assai migliore la condizione del tronco superiore dell' Arno fino alla Fattoria d' Agnano.

Che le piene posteriori della nuova fabbrica siansi alzate assai meno che non erano nel vecchio Ponte.

Che minore è stato l' impegno, e la spesa per il mantenimento delle arginature.

Che finalmente grande è stata l' utilità non solamente remota, ma ancora prossima alla Fattoria d' Agnano.

Le quali proposizioni essendo indeterminate e generali, non essendo appoggiate ad alcun calcolo idraulico, anzi al contrario essendo distrutte da problemi rigorosamente risoluti, non pare, che meritino alcuna attenzione dagl' Illustriss. Signori Giudici deputati, i quali sanno benissimo, che le asserzioni vaghe, ed indefinite possono amplificarsi secondo la fantasia, ed umor di ciascuno, ma che non è così de' veri effetti calcolati in un fiume per la dilatata sua sezione, i quali hanno tutta quella certezza che può loro somministrare la geometria, l' analisi, e la teoria idraulica.

Ed ecco, perchè gli antichi otto Giudici, e tutti i Periti chiamati per l' istruzione dell' animo loro, benchè contemporanei alla fabbrica, o ai preparativi del Ponte nuovo, non hanno mai fatto alcun caso dell' asserta dilatazione dell' alveo.

Mi occorre ancora far avvertire, che quando la piena del fiume invece di braccia 7. volesse farsi ancora di 10., quando la sua velocità invece di piedi 7½ volesse farsi ancora di 12., quando finalmente per un puro arbitrio volessero alterarsi i dati dei due problemi contro la verità, non mai, neppur per sogno, potremo aver de' risultati, che propaghino fino alla Fattoria d' Agnano gli effetti della dilatata sezione, benchè raddoppiati, e quadruplicati sopra la vera calcolata misura. Infatti, se invece di danari 14. quadruplicando un tal numero volessero assumersi soldi 4., danari 8., altro non si farebbe, che accostarsi al primo miglio, e così ancora la Fattoria sarà lontana miglia 4. da tali effetti, benchè quadruplicati sopra del vero.

Bisogna assolutamente confessare, che sia ben deplorata la causa dell' Uffizio de' fossi di Pisa, che in soccorso della medesima siasi in questi ultimi mesi pensato a sorreggerla col filo debolissimo di denari 14., il quale per disgrazia non può mai giugnere alla Fattoria d' Agnano, ma convien che svanisca affatto miglia 4½ sotto alla medesima.

Concluderemo adunque da quanto ho finor divisato.

1. Non potersi concludentemente provare l' asserta dilatazione della sezion del Ponte
2. Molto meno potersi provare l' asserto notabile stabilimento delle piene, che anzi se ne dimostra l' insensibilità.
3. E quando esso sbassamento s' immaginasse sensibile sopra il Ponte nuovo immediatamente la sua propagazione finirebbe sull' Arno molte miglia prima di giugnere alla dirittura della Fattoria di Agnano, cioè alla pedata dell' argine detto *di mezzana*. E questo è ciò, che doveva da me mostrarsi.

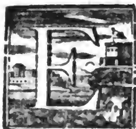
Di Casa 5. Luglio 1778.

Leonardo Ximenes.

Ri-

Rifleſſioni ſul diſegno del Ponte di marmo della Città di Piſa in conferma di quanto è ſtato da me avanzato nel Num. I. della mia riſpoſta al parere del Sig. Franceſco Bombicci, e de due Profeſſori.





Sſendo ſtato procurato dai Difenſori della cauſa della Sereniſſima Ducheſſa di Maſſa intorno all' impoſizione preteſa dall' Ufizio de Foſſi di Piſa ſulla Fattoria d' Agnano per la fabbrica del Ponte, di marmo, il diſegno dello ſteſſo Ponte conſiſtente nella ſua pianta, e nel ſuo proſpetto, e ciò dopo la conſegna della mia riſpoſta al parere del Sig. Bombicci, altro far non poſſo, che aggiugnere alcuune rifleſſioni relative allo ſteſſo diſegno, ed alla cauſa preſente.

E richiamando alla memoria degl' Illuſtriſs. Sigg. Giudici la pretenſione de tre Idraulici, cioè che eſſendo ſtata procurata dall' Ingegner Franceſco Nave una ſezione di braccia 7 ' al fiume Arno, maggior di quella, che doveva eſſere nell' antico Ponte diſtrutto, una tal dilatazione doveſſe aver migliorate le condizioni del fiume ſopra la Città, ſino alla Fattoria d' Agnano, e ciò col tenere *aſſai* più baſſo il pelo delle piene con, aſſicurare *aſſai* le arginature in faccia della Fattoria, con riſparmiare molto denaro per le manutenzioni, e con altri vantaggj tanto ingranditi dalla penna de tre Difenſori.

E' ſtato da me riſpoſto, che per quanto la dilatazione dell' alveo del fiume voleſſe accordarſi, non per queſto ne veniva in conſeguenza una notabil dilatazione delle luci del Ponte, dipendendo ciò dall' iſpezione, e confronto de' diſegni. E quando mai per un eccesso di liberalità voleſſe ſupporſi, quanto eſſi ſenza alcuna prova hanno avanzato, cioè che il Ponte nuovo godeſſe di una ſezione maggiore del quindiceſimo, riſpetto al Ponte vecchio, con tuttociò il reſpiro delle piene riuſciva così diſprezzabile, che non poteva tenerſene conto. E molto più ciò accadeva alla gran diſtanza della Fattoria di quaſi miglia 5., alla quale non poteva mai giugnere l' effetto della dilatazione, benchè raddoppiato, e quadruplicato ſopra la miſura già calcolata.

Ora dunque colle vere dimenſioni del Ponte tanto in pianta, che in al-

altezza, sempre più mi confermo nella concepita mia opinione, che il Ponte nuovo non sia così sfogato come pretendesi, e che le dimensioni procurate dall' Architetto per la maggior sua stabilità hanno cagionato, e cagionano una straordinaria resistenza al violento corso delle acque. Il che io procurerò di rilevare, e comprovare con alcune mie riflessioni, che sottopongo alla penetrazione, e discernimento dei Sigg. Giudici.

RIFLESSIONE I.

VAglia prima di ogni altro il general concetto, che sovviene alla mente delle persone intelligenti, che considerando attentamente l'alzato delle luci, e del Ponte, si faranno a desiderare quegli archi sfogati, che occorrerebbono al libero corso delle piene. Ciascuno troverà coll' uso della scala, che l'impostatura degli archi è così bassa, che rispetto alle acque ordinarie non si solleva più di brac. 3. Dal che ne viene in conseguenza, che ogni piena superiore alle dette brac. 3 incomincia subito a risentire la resistenza che fanno gli archi volgendosi sul loro sesto.

Se poi si consideri una piena alta brac. 7 sopra l'acqua ordinaria, come è stata da me indicata col punteggiato, essa ne viene ad ingombrare talmente le luci, che negli archi laterali restano appena di voto brac. 4, e nell'arco di mezzo brac. 5. Così la sezione della piena viene ad esser ristretta con sei triangoli mistilinei, la cui riquadratura è molto sensibile, in paragone della sezione libera della piena, come ciascuno potrà dedurre col calcolo delle due sezioni.

Veramente la regola comune delle impostature degli archi nè Ponti reali sarebbe, che le piene annuali di poco si alzassero sopra dette impostature, e se per comodo delle pedate, e del passeggio convien qualche volta scostarsi da tal canone architettonico, non pare, che convenga discostarsene tanto, quanto si è fatto lecito l'Architetto del Ponte, muovendo gli archi all'altezza di sole tre braccia sopra le acque ordinarie, quando le piene dell' Arno s'inalzano brac. 7. br. 8., e forse più sopra le dette acque. Sicchè il nostro Ponte invece di essere sfogato, dee anzi dirsi troppo affogato, e quasi sommerso nelle piene.

RIFLESSIONE II.

COntribuisce sempre più per opporre alle piene una maggiore, e non necessaria resistenza il sesto dell' arco trascelto da quell' Architetto, il qual conoscendo, che il suo Ponte non poteva volgersi

gersi sul sesto semicircolare per non rendere arditissima la sua montata dalle strade della Città trascelse un segmento circolare, servendosi del raggio di brac. circa 26. per gli archi laterali, e di brac. circa 29. per l' arco di mezzo. Tenendoci rigorosamente al disegno, gli archi laterali avrebbono il segmento prossimo a gradi - - - - - - - - - - 88.

E l' arco di mezzo a gradi 92. Ma non potendo i piccoli disegni sodisfare esattamente a tali ricerche, ed essendo verisimile, che l' Architetto volesse adoperare un simil segmento negli archi laterali, e nel medio, potremo assumere, che egli nell' uno, e nell' altro si attenesse al segmento di gradi 90. per comprendere un angolo retto in tutti gli archi. Or da tal costruzione nasce necessariamente una straordinaria resistenza degli archi, giacchè questi invece di posare perpendicolarmente sopra la pianta delle pile, vi posano con un angolo acuto di gradi 45., e così volgendosi assai bassi opporranno, e di fatto oppongono una non necessaria resistenza al corso rapido delle piene. Ma non così sarebbe accaduto, se egli invece del segmento circolare di gradi 90. avesse usato il sesto ellittico molto ben noto a suoi tempi, che così ritenendo la stessa corda, e lo stesso rigoglio, egli poteva voltare gli archi colla loro mossa ad angolo retto sopra la base delle pile. Così lasciando il tutto nelle stesse misure, e cambiando solo la curva degli archi veniva a cagionar minor resistenza per la minor sezione de' triangoli mistilinei, come è stato accennato. Quanto grazioso sarebbe stato il garbo, e l'eleganza degli archi, se il loro posare nascesse sulla stessa vertical delle pile, e le loro fiancate si aprissero secondo l' andamento dell' arco ellittico, o di qualunque altra curva, che abbia i due estremi rami collocati sulle linee verticali? E quanto minor resistenza vi troverebbono le acque precipitose delle piene maggiori? Nel presente caso l'eleganza architettonica, la solidità del Ponte, e la maggior libertà delle piene stanno tutte d' accordo; e per concepirne la possibilità basta dare uno sguardo al Ponte di S. Trinità sul Lungarno della Città di Firenze, nel quale vengono a combinarsi l' eleganza del disegno, la sua stabilità, ed il maggiore sfogo delle piene per una curva meno affogata.

RIFLESSIONE III.

MA non ha luogo un tale accordo in ordine alla grossezza de' piloni, la quale essendo di brac. 9., e trovandosi le luci laterali di brac. 36., s' intende che l' Architetto Nave ha osservata la regola della parte quarta delle luci, la quale per

la

la stabilità de' Ponti riesce certamente vantaggiosa, ma torna a svantaggio relativamente alla resistenza, che oppone tal vantaggiosa misura alla violenza delle acque. Vi sono de' Ponti, che efficacemente resistono con minori larghezze di pile. Pure non per questo dee accusarsi la massima dell' Architetto, il quale così ha procurato a quest' opera una robustezza maggiore, come egli se ne dichiara. Ma non dee neppure dissimularsi, che tal massima si opponga all' altra sulle condizioni proficue al corso delle piene, le quali esigono la massima contraria di opporre meno ostacoli, che sia possibile al pronto discarico delle piene.

Queste grossezze de' piloni, unite alla bassa impostatura del Ponte, e congiunte pure col suo sesto di un segmento circolare, altro non fanno, che giustificare la mia prima difesa, nella quale asserisco, che l' utile fisico, e privato della Fattoria si combinerebbe più colla mancanza del Ponte, che colla nuova sua fabbrica. Io non ho mai inteso di dire, che il Ponte non dovesse rifabbricarsi. Molto meno che la Città, e l' Ufizio di Pisa non avessero un pieno diritto di sostituirlo all' antico. Niente di questo, per quanto i Signori Avversarj in certo modo me lo appongono. Io dunque ho asserito, che per la fisica, e privata utilità della Fattoria è così lungi, che il Ponte giovi, che anzi non rifabbricandolo, la Fattoria ne riceverebbe forse qualche sollievo. Concepiscasi adunque la falsa immagine, che siano distrutti i vasti piloni, che con essi manchino gli archi bassi, e di sesto importuno, e che il Fiume sul suo alveo, affatto libero possa passeggiare con una sezione di braccia 132. esente fino al fondo da qualunque minimo intoppo, ciascuno ben comprenderà senza alcun calcolo, e molto più lo persuaderebbero i computi dimostrativi, che allora le condizioni del Fiume sarebbono notabilmente migliori, e tali condizioni forse rimonterebbono alla Fattoria d' Agnano. Tanta è la distanza del Ponte alla Fattoria, che ancora l' effetto considerabile di tante resistenze annientate potrebbe non rimontare fino a tal distanza, ed il caso è tanto dubbioso, che io non ho voluto azzardarlo senza il rimedio del *forse*. Si argomenterà da questo quanto sia grande il coraggio degli avversi Periti, che hanno fatto montare l' effetto di br. $7.\frac{1}{3}$, che in sostanza abbassa il Fiume di denari 14. alla distanza di quasi miglia 5., alla quale è collocata la Fattoria della Serenissima Duchessa.

La falsa immagine da me apportata della mancanza del Ponte di marmo, che per la parte idraulica o è indifferente, o è di utilità alla Fattoria, niente importerebbe a' suoi Fattori o Lavoratori, che vanno a Pisa per le loro faccende, giacchè passando per Ponte a Mare di poco allungherebbono la loro gita, e tale allungamento per chi

viene

viene dalla distanza di miglia 5. non è gran fatto considerabile. Che poi gli uomini, e le bestie della Fattoria passino per un elegante Ponte di marmo dispendiosissimo per questo titolo, o per un Ponte di puro pietrame, questo nulla va considerato. E tutto l'utile appartiene alla Città di Pisa, che per gli affari forensi aveva bisogno di un Ponte intermedio, e per abbellimento della Città di un Ponte di marmo. Che se poi volesse ostinatamente sostenersi, che l' accorciamento di un qualche centinaio di pertiche sia di sensibile utilità della Fattoria, questa sarà sempre una utilità universale, e comune con tutti gli altri, e non già di una *utilità privata* come parla il privilegio del 1488. Troppo lungi mi ha fatto vagare la falsa immagine del Ponte, ma ritornerò all' immagine vera del Ponte già rifabbricato secondo il disegno.

RIFLESSIONE IV.

NEl quale disegno merita una nuova attenzione de' Signori Giudici l' importuno alzamento della platea delle pile sopra l' alveo del Fiume, che io tanto nella pianta, quanto nell' alzato ho contrassegnato colla lettera A, A, A ec. Esige certamente la legge della stabilità delle pile (dalla quale dipende la sicurezza de' Ponti reali) che esse si muovano sopra una più lunga platea, che difenda le stesse pile dalla violenza delle acque Ma, che tal platea debba elevarsi sopra il fondamento, formando come uno zoccolo, che ne ristringa la luce notabilmente, questo è un pensiero straordinario dell' Architetto, indirizzato da lui alla maggior robu ezza de' piloni, ma poco conciliabile colla desiderata libertà delle piene.

Una tale platea da una parte, e dall' altra delle pile si avanza nel fiume brac. $3.\frac{2}{3}$. E così la somma de quattro avanzamenti nelle pile intermedie giunge brac. $14.\frac{2}{3}$

Si avanzano pure nelle pile laterali altre brac. 2. per parte, benchè dette pile siano incorporate colle muraglie, e così in tutto il Ponte la bassa sezione delle pile viene diminuita di brac. $18.\frac{2}{3}$ in pianta, ed in altezza di brac. 2. piuttosto avvantaggiate sopra l' alveo attuale del fiume onde l' area dell' ostacolo opposto al fiume con questa platea risaltata non è meno di brac. quadrate 46. –, che paragonate alla bassa sezione delle luci delle pile, ne ingombran certamente una parte non disprezzabile.

Merita quì di esser bene avvertito, che questo non necessario ostacolo tanto più ritarda il corso degli strati inferiori delle piene, quanto più essi son veloci, e violenti secondo il general consentimento degli Idraulici, essendo sempre le resistenze proporzionali qua-

quadrati delle velocità del fluido. Assumasi la piena indicata colla velocità superficiale di piedi 7. $\frac{1}{2}$ Parigini per secondo. Si calcolerà co' metodi comuni, che prescindendo dalle resistenze degli strati aquei, la velocità colla quale striscia con violenza la piena addosso a sei risalti A, A ec ascende a piedi 34 $\frac{1}{2}$ prossimamente per ogni secondo. Se adunque la resistenza di tali risalti dee desumersi dal quadrato di tal celerità, esso sarà di parti 1200., e così la resistenza originata da tali risalti rispetto alla bassa sezione della piena sarà sempre notabile.

Nè dicasi che il pregiudizio, qualunque siasi di tal resistenza venga compensato dalla maggiore stabilità della fabbrica, che è la legge primaria di tali fabbriche pubbliche, poichè a tal compenso potrei rispondere in primo luogo, che essendovi tanti Ponti robustissimi senza il risalto delle loro platee, lo sarebbe ancor questo senza una sì importuna resistenza.

In secondo luogo, che tal risalto sarebbe tollerabile, quando le pile dal fondamento fino all' impostatura si elevassero con eccesso. Il che non interviene nel Ponte Pisano, nel quale tale altezza non giunge affatto a brac. 7., che per le pile di brac. 9. di grossezza è piuttosto scarsa, che elevata

In terzo luogo, che i vortici, e ringorghi, e rimulinamenti, che dee generare intorno a questi risalti la violentissima corrente di piedi 34. $\frac{1}{2}$ per secondo, invece di assicurare, può anzi dar presa alle forze del fiume per isbattere quel risentito gradino, e che assai meglio sarebbe stato per la sicurezza del Ponte, e per la libertà della piena, che la pila riposasse sopra la platea circondata di grossi pali, ed incatenata al solito con grosse catene di quercia al pari del tondo del Fiume. Essendo tutto di forte legname il circondario di tal platea, e spianandosi sull' istessa linea del fiume, essa poteva conciliare ugualmente la stabilità del Ponte, ed il corso libero delle acque nelle loro piene.

Resterebbe ora, che per compimento di questa IV. riflessione, o sciogliesi direttamente il Ploblema intorno all' effetto di questa particolar resistenza, considerato non già nella bassa sezione del Fiume, ma bensì nella sua total sezione fino alla superficie della gran piena. Il quale scioglimento essendo stato da me compito secondo le additate dimensioni, e secondo le più comuni, e più discrete ipotesi idrauliche, ho ritrovato, che il rigonfiamento delle piene per questa straordinaria resistenza è maggiore assai, che non è il loro abbassamento per la sezion dilatata di brac, 7. $\frac{1}{3}$. Bene è vero però, che con ogni ingenuità convien confessare, che tal' effetto non può mai giugnere alla distanza della Fattoria d' Agnano, ma se si accosta più da vicino. Se adunque i Difensori della Causa d'

Agna-

Agnano non hanno mai preteſo, nè ora pretendono alcun riſarcimento di danni dall' Ufizio de' Foſsi di Piſa per le reſiſtenze non neceſſarie introdotte nel diſegno, con uguale, anzi più forte ragione i Miniſtri dell' Ufizio Piſano non potranno giammai pretendere alcun minimo concorſo alla generale impoſizione del Ponte, aggravandone la rimotiſsima Fattoria.

Prima di oltrepaſſare alle altre conſiderazioni del diſegno, mi occorre di avvertire, che tanto il primo problema ſulla dilatazione preteſa della ſezione, quanto queſto ſecondo ſulla reſiſtenza della platea è ſtato da me riſoluto ſecondo le diverſe ipoteſi, che potranno leggerſi nel Opuſcolo ſulla unione, e diramazione de fiumi inſerito negli atti dell' Accademia di Siena l' anno 1769. Ho voluto ancora adoperare l' ipoteſi certamente falſa, ma pure più favorevole delle altre agli effetti della ſezion dilatata, cioè, che la velocità ſuperficiale del fiume ſi concepiſca come nulla, e perciò il vertice della parabola ſi faccia coincidere colla ſuperficie della piena, come ſuppongono le formole dello Cendrini. E pure ancora in queſta falſa ipoteſi il reſpiro della piena giugne a ſoli pollici 6., cioè a ſoli ſoldi $5\frac{2}{3}$ ſulla ſezione immediata ſopra il Ponte, e perciò il ſuo effetto di poco oltrepaſſa il limite di un miglio, reſtando poco meno di miglia 4. lontano dalla Fattoria.

In ordine poi al ſecondo problema le più ragionevoli ipoteſi ci ſomminiſtrano lo sbaſſamento del fiume di ſoldi $7\frac{2}{3}$, quando ſi concepiſſero tolti i riſalti della platea.

RIFLESSIONE V.

L'Ultima occhiata, che reſta al diſegno del Ponte Piſano dee rivolgerſi ſulla lunghezza eccesſiva de ſuoi piloni, giacchè in qualunque oſtacolo, che ſi oppone alla corrente delle acque, non ſolamente dee valutarſi la ſua dimenſione in altezza, e larghezza, ma ancora in lunghezza, come già è ſtato avvertito nella mia riſpoſta. Ora tal lunghezza ſegnata da me nella pianta colle linee BB, BB non è niente meno di brac. 46, ed in conſeguenza l'acqua delle piene nell' inferior ſezione dee traſcorrere per l' anguſta ſezione laſciata all' alveo per tal notabil lunghezza di brac. 46. E' vero, che ſtaccate le pile ſopra la platea riſaltata, eſſe rieſcono di lunghezza minore della prima, ma pure una tal lunghezza ſegnata da me colle linee CC, CC rilevaſi di brac. 32, quanto baſta per cagionare una buona reſiſtenza alla corrente rapidiſſima, pria, che eſſa poſſa uſcire francamente nell' alveo libero del fiume. Quando però queſta reſiſtenza voglia comportarſi per la maſſima della maggiore ſtabilità, e per quella di ſquarciare con

un

un angolo più acuto la violenza della corrente, non pare, che possa tollerarsi la prima lunghezza di brac. 46., che oppone al fluido una violentissima reazione, dove esso corre con velocità più considerabile.

CONSEGUENZA DELLE RIFLESSIONI.

Questa resistenza adunque cagionata dalla lunghezza dell'ostacolo, e tutte le altre già rammentate nelle prime quattro riflessioni sul presente disegno agiscono sicuramente contro la forza della corrente per ritardarla. Se poi agissero più, o meno nell'antico disegno, non può certamente giudicarsi perchè ci manca la pianta, ed alzato del Ponte rovinato. Possiamo bensì congetturare dalla sua rovina, che in esso non solamente mancassero le dimensioni eccessive, ma ancora le necessarie alla sua perpetuità.

Quanto un tal difetto è stato perniciosо alla sussistenza dell'opera, altrettanto era opportuno per diminuire gli effetti di tante, e tanto varie resistenze. Una delle maggiori difficoltà, che tormenta il talento de' bravi Architetti nell'architettura de' Ponti, si è quella di non accrescere eccessivamente le dimensioni delle parti componenti, per la legge troppo inoltrata dalla maggiore stabilità, e dall' altra parte di non fare tanto risparmio di solidità per diminuire le resistenze delle acque in tal modo, che venga a procurarsi una rovina. La sagacità, e prudenza dell' Architetto dee conciliare due cose in apparenza contrarie, cioè la stabilità dell' opera, senza eccessive resistenze, e nel tempo stesso il risparmio delle resistenze, senza pregiudicare alla necessaria stabilità; in una parola quel disegno sarà perfetto, nel quale colla sicurezza dell' opera si combini la minima resistenza, e la massima economia.

Non potendo io dunque fare un paragone de due disegni, mi contenterò di aver fatto avvertire, che il Ponte di marmo è così lungi dall'essere sfogato, e di procurare un più felice discarico alle piene dell' Arno, che anzi esso le ritarda, e le sostiene ad altezza maggiore.

Primieramente per la bassezza delle sue pile.

In secondo luogo per la natura del suo sesto.

In terzo luogo per l' avanzata grossezza de suoi piloni.

In quarto luogo per l' angustia della sua bassa sezione ristretta da una larga platea rilevata notabilmente sopra l' alveo del fiume.

E finalmente per la lunghezza di detta platea, e delle pile.

Risolvendo tanti problemi idraulici quante sono le classi di tali resistenze certamente eccessive sopra qualunque legge di stabilità, il rigurgito delle sezioni superiori del fiume riesce maggiore, che non

è lo

è lo sbassamento preteso dagli Avversarj per la dilatata sezione di brac. 7 $\frac{1}{3}$. Ma esse sommate insieme non arrivano colla loro azione fino alla distanza di miglia 5. per cui vi vorrebbe un rigurgito troppo considerabile.

Molto, e poi molto meno vi arriverà quel piccolo sbassamento di denari 14. sul quale voleva fondarsi il vantaggio della Fattoria coll' idea di addossarle un aggravio reale per un benefizio affatto immaginario.

Per la qual cosa non sussistendo per la fabbrica del Ponte di marmo alcun benefizio della Fattoria, nè prossimo, nè rimoto

Non sussistendo in esso alcuna *privata utilità* della stessa Fattoria, per essere un Ponte reale di pubblica utilità.

Essendo l' imposizione di tal Ponte posta sull' universale, dalla quale la Casa Serenifs. è stata liberata fin dall' anno 1488.

Esse do tale il disegno del Ponte, che per un idea troppo estesa di robustezza, apporta alle piene del fiume un ritardo, e non già il più pronto preteso discarico: ora altro non resta, che i sapientissimi Giudici si accordino alla pluralità de voti del Giudizio formato nel 1651., assolvendo S. A. S. da qualunque parte d' imposizione, come ne è stata liberata dal 1651. fino all' anno corrente per il lasso di anni 127. con acquiescenza più, che Centenaria dell' Ufizio di Pisa, al quale veramente non compete il minimo diritto a si gravosa, ed irregolare esazione di lir. 11000. dalla Serenifs. Casa di Massa.

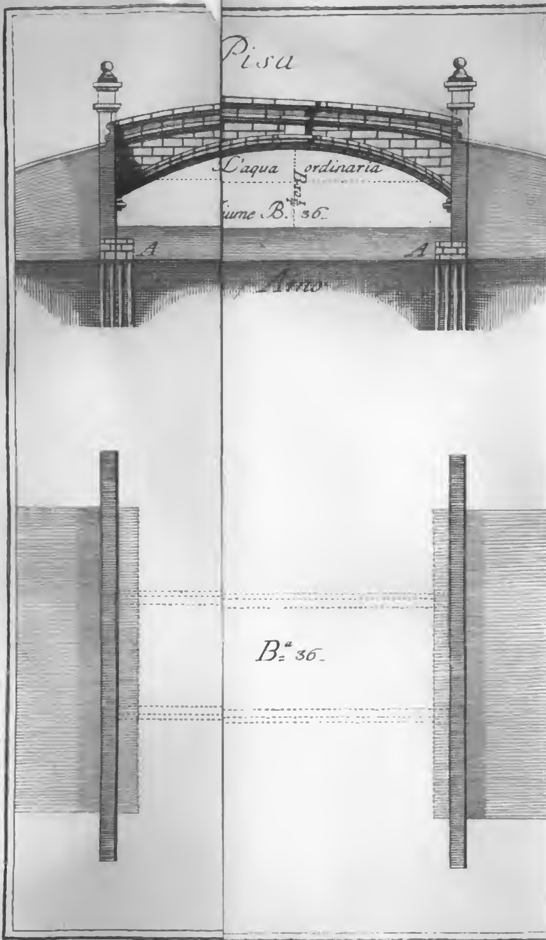
Questo dì 22. Luglio 1778.

Leonardo Ximenes.

IN FIRENZE L' ANNO MDCCLXXVIII.

PER GAETANO CAMBIAGI STAMPATOR GRANDUCALE

Con Licenza de' Superiori.


Pisa
L'aqua ordinaria
Braq
fiume B. 36.
A
A
Arno
B.ª 36.

ꞏCELLIER

N — ꞏ

FLOREN

S E U

CAMALDULEN.

FINIUM REGUNDORUM

MONACI DEL SACRO EREMO

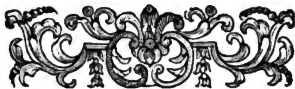
DI CAMALDOLI

E

N I C C O L I N I

Del dì 29. Settembre 1760.





IN FIRENZE. MDCCLXII.

Nella Stamperia di Francesco Moücke. *Con lic. de' Su*